

섬유혼입 공법을 이용한 폴리머 시멘트 모르타르의 폭발저감방안에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on Spalling Reduction Methode of Polymer Modified Cement Mortar Using Fiber Cocktail

김 지 훈*

Kim, Ji-Hoon

류 동 우**

Ryu, Dong-Woo

Abstract

Polymer modified cement mortar (PCM) is commonly used as a repair material. However, in high-temperature environments such as fire, it is more likely to explode than cement mortar. The polymer is thermally decomposed at a high temperature to form a gas, and the gas remaining inside the structure increases the internal pressure to generate a burst. When an spalling occurs, the coating is peeled off and dropped, and high temperature is transmitted to the inside of the structure. In severe cases, even the reinforcing bar is exposed, which can lead to the collapse of the structural member due to severe loss of strength. In this study, in order to reduce spalling of PCM, a fiber mixing method was selected from the refractory method to find an appropriate blending ratio of fibers and polymers..

키 워 드 : 폴리머 시멘트 모르타르(PCM), 폴리프로필렌 섬유, 폭발

Keywords : polymer modified cement mortar(PCM), polypropylene fiber, spalling

1. 서 론

1.1 연구의 목적

폴리머 시멘트 모르타르(PCM)은 보수재료로서 보편적으로 사용되고 있다. 하지만 화재와 같은 고온 환경에서 폴리머가 열분해되어 가스를 형성하게 되고 내부압력을 높여 보통 시멘트 모르타르보다 폭발가능성이 높다는 문제점이 있다.¹⁾²⁾ 폭발이 발생하게 되면 피복이 박리, 탈락되고 심한 경우 철근까지도 노출이 되어 심각한 내력저하로 구조부재의 붕괴까지도 이를 수 있다. 특히 PCM은 단면복구재로서 콘크리트 구조물 보수 시 피복 콘크리트의 역할을 하기 때문에 내화성을 확보할 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 이러한 PCM의 폭발을 저감하기 위하여 내화공법 중 범용적으로 사용되고 있는 섬유혼입 공법을 선택하여 섬유 및 폴리머의 적정 배합비를 찾고자 하였다.

2. 실험개요

2.1 실험방법

시험체는 기중양생 56일 시험체를 대상으로 전기로 가열실험을 진행하였다. 동일한 중량 함수율조건을 유지하기 위해 재령 56일이 되는 시점에 시험체들을 밀봉하였으며 가열실험 직전 밀봉을 해제하여 전기로 가열실험을 진행하였다. 일반적으로 KS F 2257(ISO 834)에 따른 표준화재시간-가열온도곡선에 의거한 3시간 내화시험 시 약 20분 경 800℃에서 폭발이 많이 발생하는 점을 고려하여 승온속도를 40℃/min로 하였으며, 가열온도를 600, 800℃로 설정하였다. 또한 목표온도에서 2시간동안 정지한 후 폭발특성을 확인하였다.

2.2 실험배합

섬유 혼입전 PCM의 배합표는 표 1과 같다. 시멘트와 잔골재는 1:3의 비율로 배합하였고 물-시멘트비는 50%로 고정하였다. PCM의 배합은 기준이 되는 시멘트 모르타르에 비닐아세이트에틸렌(VAE)을 시멘트 중량대비 2, 4, 6%로 외할치환하였다. 또

* 대전대학교 건축공학과 석사과정

** 대전대학교 건축공학과 교수, 교신저자(dwryu@daejin.ac.kr)

한 본 연구는 폴리프로필렌섬유(PP섬유)를 6, 12mm, 6+12(6mm 와 12mm의 1:1비율 혼합)mm의 3수준으로 하였으며, 혼입률은 0.05, 0.1vol%로 하였다. 섬유 혼입 시 유동성이 저하하는 것을 방지하기 위하여 섬유가 혼입된 배합의 경우 감수제를 시멘트 질량 대비 0.3% 첨가하였다.

표 1. 폴리머 시멘트 모르타르 배합표

Mix content	Unit weight(kg/m ³)			
	W	C	S	Polymer
Plain	256.47	512.94	1538.83	0
VAE 2				10.26
VAE 4				20.52
VAE 6				30.78

3. 실험결과

전기로 가열실험 후 폭발성상에 따라 4단계로 분류하였다. 분류기준은 단순균열 발생은 A등급, 시험체 상부 1/3폭렬은 B등급, 시험체 상부 2/3폭렬은 C등급, 시험체 전체폭렬은 D등급으로 나누었다. 섬유혼입 PCM의 폭발실험 결과는 표 2와 같다.

폴리머를 6%이상 혼입 시 섬유에 의한 폭발저감효과가 크지 않았다. 섬유는 길이가 길수록, 혼입율이 많을수록 폭렬이 저감되는 것을 확인할 수 있었으며, 6mm의 섬유를 혼입한 시험체의 경우 대다수의 시험체에서 폭렬이 발생하였다. 6+12mm의 경우 6mm 단일길이 혼입과 폭발성상의 차이가 크지 않았다. 이는 6mm와 12mm 섬유를 복합 사용했지만 12mm를 단독으로 혼입한 경우보다 섬유용융 후 내부 증기압을 배출시키는 통로의 연결성이 상대적으로 부족하여 폭렬이 저감되지 않은 것으로 판단된다.

표 2. 전기로 가열실험 후 폭발성상에 따른 시험체등급

폴리머 및 섬유	control	6mm 0.05vol%	6mm 0.1vol%	12mm 0.05vol%	12mm 0.1vol%	6+12mm 0.05vol%	6+12mm 0.1 vol%
600℃	VAE 2	-	-	-	-	-	-
	VAE 4	B	A	-	-	A	A
	VAE 6	C	B	B	B	A	B
800℃	VAE 2	C	B	B	A	A	B
	VAE 4	D	B	A	B	A	B
	VAE 6	D	D	C	B	B	C

4. 결 론

PCM의 폭발저감을 위하여 PP섬유를 혼입할 시에는 폴리머의 혼입율을 4%이하로 혼입하는 것이 적합하다고 판단된다. 섬유길이는 12mm이상으로 사용하여야 하며 섬유 혼입율은 0.1vol%이상 혼입하는 것이 적합하다고 판단된다.

Acknowledgement

본 논문은 2020년 국토교통부 도시건축연구사업의 연구비 지원(20AUDP-B100368-06)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- Hyung-Jun Kim 외 5인, Mechanical Degradation and Thermal Decomposition of Ethylene-Vinyl Acetate(EVA) Polymer-Modified Cement Mortar(PCM) Exposed to High-Temperature, Sustainability 2019, Vol.11, No.2, 2019.1
- 장건영 외 1인, 고온에 노출된 재유화형 폴리머를 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 잔존 부착강도 특성, 콘크리트학회 논문집, 제31권 제4호, pp.339~346, 2019.8